

Japanese Patent Laid-open Publication No.:HEI 10-11123 A

Publication date : January 16, 1998

Applicant : MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA

Title :MACHINING AREA AND MACHINING METHOD DETERMINATION

5 SYSTEM FOR TURNING NC DATA

(57) [Abstract]

[Object] To provide a machining area and machining method
10 determination system for turning NC data, which can shorten
a time for creating a machining program and reduce human
errors.

[Solution] The machining area and machining method
determination system for turning NC data according to the
present invention includes: a machining area extraction
15 unit that extracts a machining area surrounded by a work
shape and a parts shape; an end face area extraction unit
that extracts an end face area from the machining area to
divide the machining area into an end face area and a first
area; an intersection search unit that determines a second
20 point of intersection of a straight line extended downward
in a predetermined direction from a first point of
intersection of a segment forming the first area and going
through only the first area, and another segment of the
first area; a first division unit that divides the first
25 area by a first division segment connecting the first point
of intersection and the second point of intersection; and a
second division unit that divides the area divided by the
first division unit by a second division segment, which
passes a point of intersection of a segment forming the
30 area and intersects with the first division segment.

[0012] A machining area to be machined is then extracted
based on the work shape and the parts shape input by the

input unit 1. At first, as shown in Fig. 5, an area IC for fitting a member to be machined to a supporting structure of the machine tool is determined, and an area where the area IC and the work shape overlap on each other is designated as an unmachinable area. The unmachinable area is removed from the work shape, and the remaining work shape is united with the parts shape, to update the parts shape as shown in Fig. 6 (step S2).

Respective machining attributes are set to respective shape elements constituting the parts shape stored in the shape data memory 2. The machining attributes indicate how and with what kind of tool each element is to be machined. For example, the attributes are divided into four attributes, that is, an outer diameter machining portion, an inner diameter machining portion, an end face machining portion, and an opposite end face machining portion. In the case of a shape shown in Fig. 1, as shown in Fig. 7, information of the outer diameter machining portion is added to e2 to e18, information of the opposite end face machining portion is added to e1, information of the end face machining portion is added to e19 to e23, and information of the inner diameter machining portion is added to e24 to e26 (step S3). In the embodiment, the machining attributes are classified in four attributes, but the number is not limited to four. As shown in Fig. 8, an area surrounded by the work shape added with the respective machining attributes and the parts shape is extracted as a machining area S (step S4). Respective elements in the machining area S are arranged, as shown in Fig. 8, from a starting point to an end point in a counterclockwise direction.

3

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-11123

(43)公開日 平成10年(1998)1月16日

(51)Int.Cl.⁶
G05B 19/4097
B23Q 15/00
識別記号
301

F I
G05B 19/403
B23Q 15/00
B
301 M

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全15頁)

(21)出願番号 特願平8-166360

(22)出願日 平成8年(1996)6月26日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 高橋 宣行

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 入口 健二

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 大岩 増雄

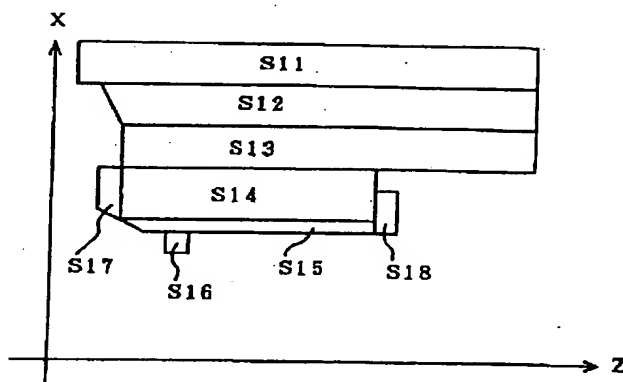
4P

(54)【発明の名称】 旋削NCデータの加工領域及び加工方法決定システム

(57)【要約】

【課題】 加工プログラムの作成時間を短縮し、人的ミスを削減することができる旋削NCデータの加工領域と加工方法決定システムを提供する。

【解決手段】 この発明にかかる旋削NCデータの加工領域決定システムは、素材形状と部品形状とに囲まれる加工領域を抽出する加工領域抽出手段と、加工領域から端面領域を抽出し、加工領域を端面領域と第1の領域とに分割する端面領域抽出手段と、第1の領域を形成する線分の第1の交点から第1の領域内のみを通り所定方向におろした直線と第1の領域の他の線分との第2の交点を求める交点探索手段と、第1の交点と第2の交点とを結ぶ第1の分割線分で第1の領域を分割する第1の分割手段と、第1の分割手段で分割された領域をこの領域を形成する線分の交点を通り第1の分割線分と交わる方向の第2の分割線分によって分割する第2の分割手段とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の線分または曲線分で囲まれている素材形状と複数の線分または曲線分で囲まれている部品形状とに囲まれる回転軸を軸として旋削加工される加工領域を抽出する加工領域抽出手段と、前記加工領域から複数の線分または曲線分で囲まれている端面領域を抽出し、前記加工領域を端面領域と第 1 の領域とに分割する端面領域抽出手段と、前記第 1 の領域を形成する線分または曲線分の第 1 の交点から前記第 1 の領域内のみを通り所定方向におろした直線と前記第 1 の領域の他の線分または曲線分との第 2 の交点を求める交点探索手段と、前記第 1 の交点と前記第 2 の交点とを結ぶ第 1 の分割線分で前記第 1 の領域を分割する第 1 の分割手段と、前記第 1 の分割手段で分割された領域をこの領域を形成する線分または曲線分の交点を通り前記第 1 の分割線分と交わる方向の第 2 の分割線分によって分割する第 2 の分割手段とを備えたことを特徴とする旋削 NC データの加工領域決定システム。

【請求項 2】 複数の線分または曲線分で囲まれている素材形状と複数の線分または曲線分で囲まれている部品形状とに囲まれる回転軸を軸として旋削加工される加工領域を抽出する加工領域抽出手段と、前記加工領域から複数の線分または曲線分で囲まれている端面領域を抽出し、前記加工領域を端面領域と第 1 の領域とに分割する端面領域抽出手段と、前記第 1 の領域を形成する線分または曲線分の第 1 の交点から前記第 1 の領域内のみを通り所定方向におろした直線と前記第 1 の領域の他の線分または曲線分との第 2 の交点を求める交点探索手段と、前記第 1 の交点と前記第 2 の交点とを結ぶ第 1 の分割線分で前記第 1 の領域を分割する第 1 の分割手段と、前記第 1 の分割手段で分割された領域をこの領域を形成する線分または曲線分の交点を通り前記第 1 の分割線分と交わる方向の第 2 の分割線分によって分割する第 2 の分割手段とを備え、前記第 2 の分割手段で分割された領域を前記交点探索手段と前記第 1 の分割手段の組み合わせ及び前記第 2 の分割手段のいずれか一方または両方によって分割することを特徴とする旋削 NC データの加工領域決定システム。

【請求項 3】 第 1 の分割線分及び第 2 の分割線分のいずれか一方または両方は、加工方法及び加工方向のいずれか一方または両方の加工属性に応じた方向に生成された線分であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の旋削 NC データの加工領域決定システム。

【請求項 4】 第 1 の分割線分及び第 2 の分割線分のいずれか一方は回転軸に垂直におろした線分で、他方は回転軸に水平な線分であることを特徴とする請求項 3 記載の旋削 NC データの加工領域決定システム。

【請求項 5】 交点探索手段における第 1 の交点は、第 1 の領域の所定方向の線分に含まれていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項記載の旋削 NC データ

の加工領域決定システム。

【請求項 6】 交点探索手段における第 1 の交点は、第 1 の領域の加工方法及び加工方向のいずれか一方または両方の加工属性に応じた方向の線分に含まれていることを特徴とする請求項 5 記載の旋削 NC データの加工領域決定システム。

【請求項 7】 第 2 の分割手段で分割された領域に加工方法及び加工方向のいずれか一方または両方の加工属性を設定する加工属性設定手段を設けたことを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項記載の旋削 NC データの加工方法決定システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は旋削用の NC データを自動生成する旋削 NC データの加工領域決定システム及び計算機上で素材形状と部品形状を入力して素材形状と部品形状に囲まれた領域を加工領域として分割し、分割された各々の領域に加工属性を付加して旋削用の NC 加工プログラムを作成する加工方法決定システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】NC 工作機械で素材形状から、これから加工しようとする部品形状を加工するためには NC データを作成するための加工プログラムが必要である。従来この加工プログラムを作成するには部品形状、素材形状、ある部分を加工するための工具とその領域、工具を走査させる方向、加工条件等多くの入力情報が必要であった。従来の加工プログラムの作成方法は、加工領域の分割、その分割された加工領域への工具の割り当てと工具を走査させる方向等の加工条件を作業者が自分自身で計算して決定し、それらを作業者自身が加工プログラムに入力していた。近年これらの処理を自動化したシステムが使われており、その方法も種々研究、発明され、一部実用もされている。特開平 4-137006 号公報においては、形状要素毎に識別子を付加して、この識別子に基づいて複数の形状要素グループに分割して加工工程データを作成する方法が述べられている。また、特開平 2-216504 号公報においては、形状に含まれるくぼみ形状を抽出する方法が述べられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来の旋削 NC データの加工領域及び加工方法決定システムにおいては、特開平 4-137006 号公報に示された方法では、加工プログラム作成、形状入力の際に付加する情報が多く、簡単な形状であれば実用的であるが形状が複雑になると作業者の労力はあまり軽減されず、人的ミスを引き起こしやすいという課題があった。また、特開平 2-216504 号公報に示された自動的に加工領域を抽出し分割する方法では、適応できる形状が簡単なものに限られている。また、実用化されているシステムの大

半は、くぼみ形状を入力する際にはくぼみの指定をしなければならなかったり、くぼみの奥にさらにくぼみ形状がある場合には、回転主軸に垂直に分割すべき部分と水平に分割すべき部分の混在する場合などは、NC加工に適した分割ができず、熟練者の知識と経験に頼らざるを得ないという課題があった。

【0004】この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、加工プログラム作成に際して加工領域分割、加工方法、加工する方向、工具の選択等の自動決定を行うことにより、形状データに付加情報を設定する必要をなくし、作業者が指定する項目を削減する。このことにより加工プログラムの作成時間を短縮し、人的ミスを削減することができる旋削NCデータの加工領域と加工方法決定システムを得ることを目的とする。また、この発明は、複雑な部品形状を加工するためにNC工作機械で加工するのに適した加工領域の分割を行い、非熟練者が加工プログラムを作成することが可能な旋削NCデータの加工領域と加工方法決定システムを得ることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】この発明にかかる旋削NCデータの加工領域決定システムは、複数の線分または曲線分で囲まれている素材形状と複数の線分または曲線分で囲まれている部品形状とに囲まれる回転軸を軸として旋削加工される加工領域を抽出する加工領域抽出手段と、この加工領域から複数の線分または曲線分で囲まれている端面領域を抽出し、加工領域を端面領域と第1の領域とに分割する端面領域抽出手段と、この第1の領域を形成する線分または曲線分の第1の交点から第1の領域内のみを通り所定方向におろした直線と第1の領域の他の線分または曲線分との第2の交点を求める交点探索手段と、この第1の交点と第2の交点を結ぶ第1の分割線分で第1の領域を分割する第1の分割手段と、この第1の分割手段で分割された領域をこの領域を形成する線分または曲線分の交点を通り第1の分割線分と交わる方向の第2の分割線分によって分割する第2の分割手段とを備えている。ここで、曲線分とは、円弧等始点と終点とを有する曲線と定義する。

【0006】また、複数の線分または曲線分で囲まれている素材形状と複数の線分または曲線分で囲まれている部品形状とに囲まれる回転軸を軸として旋削加工される加工領域を抽出する加工領域抽出手段と、この加工領域から複数の線分または曲線分で囲まれている端面領域を抽出し、加工領域を端面領域と第1の領域とに分割する端面領域抽出手段と、この第1の領域を形成する線分または曲線分の第1の交点から第1の領域内のみを通り所定方向におろした直線と第1の領域の他の線分または曲線分との第2の交点を求める交点探索手段と、この第1の交点と第2の交点を結ぶ第1の分割線分で第1の領域を分割する第1の分割手段と、この第1の分割手段で

分割された領域をこの領域を形成する線分または曲線分の交点を通り第1の分割線分と交わる方向の第2の分割線分によって分割する第2の分割手段とを備え、この第2の分割手段で分割された領域を交点探索手段と第1の分割手段の組み合わせ及び第2の分割手段のいずれか一方または両方によって分割する。

【0007】また、第1の分割線分及び第2の分割線分のいずれか一方または両方は、加工方法及び加工方向のいずれか一方または両方の加工属性に応じた方向に生成された線分である。さらに、第1の分割線分及び第2の分割手段での第2の分割線分のいずれか一方は回転軸に垂直におろした線分で、他方は回転軸に水平な線分である。また、交点探索手段における第1の交点は、第1の領域の所定方向の線分に含まれている。さらに、交点探索手段における第1の交点は、第1の領域の加工方法及び加工方向のいずれか一方または両方の加工属性に応じた方向の線分に含まれている。

【0008】この発明にかかる旋削NCデータの加工方法決定システムは、第2の分割手段で分割された領域に加工方法及び加工方向のいずれか一方または両方の加工属性を設定する加工属性設定手段を設けている。

【0009】

【発明の実施の形態】

実施の形態1 図1は本実施の形態の加工領域を示した図である。図において、z軸の正方向を旋削加工するための回転主軸の方向、x軸をz軸に対して垂直な方向とする。図2は本実施の形態の旋削NCデータの加工領域と加工方法の決定システムのブロック図である。図において、1は外部からデータ等の情報を入力する入力部、2は入力部1から入力された素材形状、部品形状等のデータの情報を格納する形状データメモリ、3は入力部1から入力された領域抽出、領域分割、加工属性判定等の規則に関する情報を格納する規則データメモリ、4は入力部1から入力された工具形状、材質、用途、使用方向、識別インデックス等の情報を格納する工具データメモリである。

【0010】5は形状データメモリ2に格納された素材形状、部品形状のデータを基に図1に示したような素材形状と部品形状に囲まれた領域を加工領域として抽出する加工領域抽出部、6は加工領域抽出部5によって抽出された加工領域を、規則データメモリ3に格納されている規則情報及び部品形状に付加されている加工属性に基づいて加工領域を分割し、分割された領域を加工属性に応じて統合する加工領域分割・統合部、7は加工領域分割・統合部6によって分割された各々の加工領域に対して、加工領域の形状データ、規則データメモリ3に格納されている規則データ、そして、工具データメモリ4に格納されている工具データから加工方法・加工方向等を決定し、加工属性を付加する加工属性設定部、8はこれらの各種データの情報を外部に出力する出力部である。

【0011】次に動作について説明する。図3は本実施の形態の動作を示すフローチャートである。図4～図17は本実施の形態の旋削NCデータの加工領域を示した図である。図において、1xは素材形状の各要素（以下で説明する）、exは部品形状の各要素を示すものとする。本実施の形態では、図1に示したような素材形状と部品形状を入力とした場合を例として動作を説明する。また、各ステップにおいて変更された形状データ等は逐次形状データメモリ2に格納されるものとする。はじめに、入力部1から素材形状、部品形状を入力し、図4に示すように、これらの形状を囲む線分のベクトル（以下要素と呼ぶ）を形状データとして形状データメモリ2に格納する。（ステップS1）なお、形状データの各要素は図4に示すように矢印の始点を各要素の始点、矢印の終点を各要素の終点とし、全て時計回りに始点から終点に向かうように並べられるものとする。この際、入力部1から入力された形状ではなく、あらかじめ形状データメモリ2に蓄積されている形状を用いてもよい。また、各要素は線分だけに限定するものではなく、曲線分でもよい。ここで、曲線分とは、円弧等始点と終点とを有する曲線と定義する。

【0012】次に、入力部1から入力された素材形状及び部品形状から加工するための加工領域を抽出する。まず、図5に示すように加工される部材が工作機械の保持装置に取り付けられるための領域ICを求め、この領域ICと素材形状とが重複する領域を加工不可能領域とする。そして、この加工不可能領域を素材形状から除去し、部品形状に統合して図6に示すように部品形状を更新する。（ステップS2）

次に、形状データメモリ2に格納されている部品形状を構成する各々の形状要素に各加工属性を設定する。この加工属性は各要素をどのような加工具でどのように加工するか等を示したもので、例えば外径加工する部位（以下、外径加工部位と呼ぶ）、内径加工する部位（以下、内径加工部位と呼ぶ）、端面加工する部位（以下、端面加工部位と呼ぶ）、逆端面加工する部位（以下、逆端面加工部位と呼ぶ）の4つの属性に分類する。図1に示した形状の場合には、図7に示すように、e2～e18には外径加工部位、e1には逆端面加工部位、e19～e23には端面加工部位、e24～e26には内径加工部位の情報を付加する。（ステップS3）本実施の形態では、加工属性を4つに分類したが、これは特に4つに限定するものではない。そして、図8に示すように、各加工属性が付加された素材形状と部品形状に囲まれた領域を加工領域Sとして抽出する。（ステップS4）なお、加工領域Sの各要素は図8に示すように、全て時計と反対回りに始点から終点に向かうように並べられるものとする。

【0013】加工領域Sが抽出された後に、抽出された加工領域Sを回転主軸に対して垂直方向に加工する領域

と水平方向に加工する領域とに分割する。はじめに、図9に示したように加工領域Sから端面加工、逆端面加工をする領域S0（図9に示した場合には、端面加工領域S0のみが分割される）を分割し、領域S0と他の領域S1～S3とに分割する。そして、端面領域S0以外の領域S1～S3に対して、図10に示したように加工領域を加工面から垂直（外径加工部位の場合には、回転主軸に垂直）におろされた線分（以下、分割線分と呼ぶ）で分割していき、その後、図11に示すように、垂直線分に垂直な方向の線分で分割していく。（後で詳しく説明する。）（ステップS5）

【0014】次に、規則データメモリ3に格納されている規則に関する情報に基づいて各要素に加工方法、加工する方法、どのような工具を使用するか等の情報を付加する。例えば、工具データメモリ4に格納されている工具データの一部、もしくはすべてを使用工具の候補として与え、その工具情報、各加工領域要素の形状データ、そして、NC加工プログラムの経験、知識をもとに作成した加工方法決定規則等に基づいて細分化した加工領域の統合、加工方向の変更、あるいは加工方法を溝加工領域、穴開け加工領域、微い加工領域等に変更したり、その加工方法に対応した工具を決定する。（ステップS6）

【0015】次に、規則データメモリ3に格納されている規則に関する情報に基づいてz軸に垂直方向・水平方向に分割された加工領域要素を統合する。例えば、「加工方法が同じ、かつ加工領域要素が隣接、かつ同じ工具である加工領域要素は加工領域を統合する」という規則を採用する場合には、この規則に当てはまる加工領域要素を抽出し統合する。（ステップS7）

最後に、以上の領域形状、加工方法、加工方向、使用工具等を付加された加工領域データを基に旋削NCデータの作成を行う。（ステップ8）

【0016】次に、ステップS5での加工領域の分割方法の詳細を説明する。はじめに、図8に示した加工領域Sを構成する形状要素に関して各形状要素に付加された加工属性の中から端面加工部位及び逆端面加工部位の加工属性が付加された形状要素を全て抽出する。この場合、e19～e23が端面加工部位の加工属性であるのでe19～e23を抽出する。次に、端面加工部位の属性が付加されている形状要素の中から最もz座標値の大きい始点Pzmaxを持つ要素を抽出し、図12に示すように、そのz座標値を通りz軸に垂直な直線ltを生成する。そして、この直線ltと端面加工部位の加工属性が付加された形状要素e19～e23とから構成される領域を端面領域S0として抽出し、他の形状要素と直線ltとで構成される閉領域S1、S2、S3を抽出することにより、図13に示すように加工領域Sを領域S0～S3に分割する。同様にして、逆端面加工領域を抽出して、分割する。（図8に示した領域には逆端面加工

領域は存在しない。)

【0017】この後、加工属性設定部7において、領域S1の中から加工属性を付加されている形状要素（以下、部品形状要素という）を抽出し、この部品形状要素に付加されている加工属性の種類を抽出して領域S1の他の全要素にその属性を付加する。同様に、領域S2、S3に対しても加工属性の付加を行う。領域S1の場合、形状要素e3～e18に外径加工部位の属性が付加されているので、他の形状要素加工部位に外径加工部位の属性を付加する。同様に、領域S2には内径加工部位の属性、領域S3には端面加工部位の属性、領域S0には端面加工部位の属性を付加する。

【0018】ここで、領域S1に注目して、抽出された加工領域S1を回転主軸に対して水平方向に加工する領域と垂直方向に加工する領域とに分割する方法を説明する。はじめに、垂直方向に加工する領域に分割する方法を説明する。まず、図14に示すように領域S1を構成する各形状要素の終点からx軸の負の方向に垂直に直線（以下、分割線分と呼ぶ）を生成し、垂直方向の領域を切り出す。ただし、領域の切り出しの際には、分割線分が領域S1のみを通り初めて領域S1の形状要素と交わる点まで分割線分を生成する。そして、その分割線分と領域S1の形状要素で囲まれる領域を1つの領域として抽出する。もし、分割線分が領域S1以外の領域を通る場合には、その分割線分の生成を中止する。1つ垂直方向の領域を切り出す毎にS1を更新し、更新されたS1に対して上記の垂直な領域を分割する処理を行っていく。そして、図15に示すように、最終的に垂直方向に分割する領域が存在しなくなるまで垂直方向領域を切り出していく。

【0019】次に、図16に示すように、領域S1から垂直方向に分割する領域を全て切り出した後、領域S1の各形状要素の始点からz軸に水平に分割線分を生成し、水平方向に分割する。以上の処理を行うことで、図17に示すように、領域S1は領域S11～S18に分割される。これらの分割された加工領域は、これ以上z軸に対して垂直方向にも水平方向にも分割されることがない加工領域である。本実施の形態では、はじめに、分割線分をx軸の負の方向に生成させて領域を分割し、その後、z軸に水平な分割線分を生成させてさらに領域を分割する方法を説明したが、これは、領域S1の加工属性が外径加工部位であるので、このような方向の分割線分を生成させたが、加工属性が内径加工属性の場合には、最初に生成させる分割線分をx軸の正の方向、端面加工属性の場合にはz軸の正の方向、逆端面加工属性の場合にはz軸の負の方向にし、これらで領域が分割された後に生成させる分割直線は最初に生成させた分割直線の方向に対して垂直方向にとるようにする。また、分割線分方向は特にこれらの方向に限定するものではなく、z軸に対して垂直あるいは水平な方向でなくて

もよい。

【0020】本実施の形態では、素材形状と部品形状をシステムに入力すれば、素材形状と部品形状に囲まれる加工領域を自動的に抽出し、回転主軸に対して垂直方向に加工する領域と水平方向に加工される領域が混在する加工領域を適切な加工方法、加工方向を割り当てられる領域に適切にかつ自動的に分割し、分割された加工領域に対して加工方法、加工方向等の加工属性を自動的に設定することができるため、人手により加工属性を入力する必要や加工領域を分割する必要が無く加工プログラムを作成することができるため、加工プログラムの作成時間を短縮し、人的ミスを削減する効果がある。

【0021】実施の形態2. 図18は本実施の形態の動作の一部を示したフローチャートである。実施の形態1では、加工領域の要素の全ての終点に対して分割線分を生成し、加工領域をz軸に対して垂直・水平方向に分割していたが、本実施の形態は、加工領域のある特定の方向を持った要素の終点に対してのみ分割線分を生成し、加工領域をz軸に対して垂直・水平方向に分割していく。本実施の形態の加工領域の分割方法を図19に示した加工領域形状の場合を例に説明する。なお、この加工領域の加工属性は外径加工部位とし、この加工領域を構成する形状要素（線分、円弧等）の集合をL（11、12、...、117）とし、116、117を素材形状要素、他を部品形状要素とする。また、各要素の方向を時計と反対周りの方向とする。

【0022】ここで、加工領域をz軸に対して垂直方向・水平方向の加工領域に分割する際の前提条件を説明する。前提1）領域Lは素材形状の要素を少なくとも1つ有する。（ここでは、116、117）

前提2）領域Lは部品形状の要素を少なくとも1つ有する。また、これらの要素は順番にならんでいるものとする。（ここでは、11、12、...、115）

前提3）領域Lの素材形状の要素が複数存在するときは116、117のように、これらの要素は連続しており、素材形状の要素の列の途中で部品形状の要素が現れることはないものとする。これらの前提条件は実施の形態1に示したような加工領域の抽出方法を行えば、明らかに全てを満足する。

【0023】次に、本実施の形態で使用する用語の説明をする。図20に示すように、方向ベクトルの始点から終点に向かう方向に対して右側の領域をR領域、左側の領域をL領域と呼ぶことにする。また、図21に示すように、z軸を回転主軸の方向に、x軸をz軸に対して垂直な方向とし、以下のように第1～第4の方向を定義する。原点に対して $z \geq 0$ 、 $x \geq 0$ の方向を第1の方向、原点に対して $z \leq 0$ 、 $x \geq 0$ の方向を第2の方向、原点に対して $z \leq 0$ 、 $x \leq 0$ の方向を第3の方向、原点に対して $z \geq 0$ 、 $x \leq 0$ の方向を第4の方向。ここで、各方向はx軸及びz軸において重複する方向を生じる。例え

ば、図 2 1 (b) に示すように、 $x=0$ 、 $z \geq 0$ の方向は、第 1、第 4 の両方の方向を示すことになる。さらに、図 2 2 に示すように、逆端面加工部位を加工するための z 軸の正の方向を逆端面加工方向、内径加工部位を加工するための x 軸の正の方向を内径加工方向、端面加工部位を加工するための z 軸の負の方向を端面加工方向、外径加工部位を加工するための x 軸の負の方向を外径加工方向と定義する。

【0024】本実施の形態は、実施の形態 1 のステップ S 5 の加工領域分割以外は実施の形態 1 と同様であるので説明は省略する。以下、加工領域の分割方法を説明する。はじめに、実施の形態 1 でのステップ S 5 に示したのと同様にして端面領域、逆端面領域を抽出し、他の領域と分割する。加工領域を垂直に分割する場合には、分割される領域の加工属性が外径加工部位、内径加工部位の場合には、分割される領域は元の加工領域に対して z 軸の正の側あるいは負の側のいずれかの領域が分割される。(分割される領域の加工属性が端面加工部位、逆端面加工部位の場合には、分割される領域は元の加工領域に対して x 軸の正の側あるいは負の側のいずれかの領域が分割される。) 以下、外径加工部位の属性が付加されている領域の場合を説明する。はじめに、分割される領域が元の加工領域に対して z 軸の負の側の領域である場合の分割方法を説明する。

【0025】まず、領域 L を構成する要素の中から素材形状に隣接する部品形状の形状要素を抽出する。必ず 1 つもしくは 2 つの部品形状要素が抽出される。(ステップ S T 1) この例の場合には、116 と 117 が素材形状であるので、これらに隣接する 11 と 115 の 2 つの部品形状要素を抽出する。次に、抽出された部品形状要素の始終点の中から分割線分を生成するための検査開始要素を抽出する。抽出する検査開始要素は、外径加工部位の属性が付加されている場合には、ステップ S T 1 で抽出された部品要素の中から最小の z 座標値を持つ要素を抽出する。(内径加工部位の属性が付加されている場合には、最大の z 座標値を持つ要素を、端面加工部位の場合は最大の x 座標値を持つ要素を、逆端面加工部位の場合は最小の x 座標値を持つ要素を抽出する) そして、その要素を垂直に分割する加工領域を切り出す際の分割線分生成の検査開始要素とする(ステップ S T 2)。この例の場合には、11 である。

【0026】次に、検査開始要素から順に形状要素の列を順方向に進みながら各々の形状要素に対して以下の処理を行う。形状要素線分の方角ベクトル(円弧等の場合、複数の直線線分の集合で近似して、その方向ベクトルとする)の方角が図 2 1 で定義された第 4 の方向であるかを調べる。(ステップ S T 3)

形状要素線分の方角ベクトルの方向が第 4 の方向である場合には、実施の形態 1 で説明した分割線分の生成と同様にして、その形状要素の終点から x 軸の負の方向に分

割線分をおろし、その分割線分が領域 L のみを通り形状要素と初めて交わる点(この交点を分割線分の終点とする)まで分割線分を生成して、その分割線分を境として領域 L を分割し、領域 L から分割された領域を除き領域 L を更新する。(ステップ S T 4)

【0027】分割線分の開始点を提供した形状要素の次の要素から順方向に領域 L の形状要素の列をたぐり、分割線分の R 領域に存在する形状要素と分割線分で形成される線分の閉ループを元の加工領域 L に対して z 軸の負側の垂直に分割される加工領域として抽出する。そして、抽出された加工領域の形状要素を始終点で連続となり、かつ順方向の方向になるように並べかえる。このとき、分割線分によって形成される要素には素材形状の加工属性を付加する。また、元の加工領域 L に対しても形状要素を始終点で連続となり、かつ順方向の方向になるように並べかえる。このとき、分割線分によって形成される要素には部品形状の加工属性を付加する。(ステップ S T 5)

【0028】以上で元の加工領域 L に対して z 軸の負側の垂直に分割される領域 $L11$ が 1 つ抽出される。この加工領域を構成する形状要素の集合を $L11$ として形状データメモリ 2 に格納する。また L を L から $L11$ を除いた形状要素の集合に更新して形状データメモリ 2 に格納する。(ステップ S T 6)

形状要素線分の方角ベクトルが図 2 1 で定義された第 4 の方向でない場合には、その形状要素からは分割線分を生成せず、順方向に形状要素の列をたぐり次の形状要素に検証の対象を移す。(ステップ S T 7)

この処理を領域 L の全構成要素に対して順方向に形状要素の列をたぐりながら、領域 L を構成する要素の中の他の素材形状要素に到達するまで続ける。(ステップ S T 8)

この時点で、元の加工領域 L に対して z 軸の負側に垂直に分割される領域の抽出を終了する。

【0029】この例の場合には、検査開始要素 11 から第 4 の方向の形状要素を領域 L の要素の列を順方向に調べていくと、11 が第 4 の方向の形状要素に該当する。しかし、11 からは分割線分を生成できないので、次の要素に検証の対象を移す。次に、該当する要素は 12 であるので、12 から図 2 3 に示すように分割線分をおろしていき、領域 $L11$ を分割する。18 以降の要素に関しては、第 4 の方向の要素がないので処理を終了する。よって、領域 L は図 2 4 に示すように更新され、領域 L と垂直に分割された加工領域 $L11$ に分割される。

【0030】次に分割される領域が元の加工領域に対して z 軸の正の側の領域である分割方法を説明する。この分割方法のフローチャートは基本的には図 1 8 と同じであり、図 1 8 のステップ S T 3 の「第 4 の方向」を「第 3 の方向」にし、ステップ S T 5 の「 R 領域」を「 L 領域」に変更したものである。ただし、本実施の形態で

は、先に説明したz軸の負の側の領域を分割した場合とは反対に、図25に示すように、時計回りの方向を順方向とし、各要素の方向ベクトルは順方向の向きにとることとする。まず、領域Lを構成する要素の中から素材形状に隣接する部品形状の形状要素を抽出する。必ず1つもしくは2つの部品形状要素が抽出される。(ステップST1)この例の場合には、116と117が素材形状であるので、これらに隣接する11と115の2つの部品形状要素を抽出する。次に、抽出された部品形状要素の始終点の中から外径加工部位の属性が付加されている場合、最大のz座標値を持つ要素を抽出する。そして、その要素を垂直に分割する加工領域を切り出す際の分割線分生成の検査開始要素とする。この例の場合115である。(ステップST2)

【0031】次に、検査開始要素から順に形状要素の列を順方向に進みながら各々の形状要素に対して以下の処理を行う。形状要素線分方向ベクトルの方向が図21で定義された第3の方向であるかを調べる。(ステップST3)

形状要素線分方向ベクトルの方向が第3の方向である場合には、実施の形態1で説明した分割線分の生成と同様に、その形状要素の終点からx軸の負の方向に分割線分をおろし、その分割線分が領域Lのみを通り形状要素と初めて交わる点(この交点を分割線分の終点とする)まで分割線分を生成して、その分割線分を境として領域Lを分割し、領域Lから分割された領域を除き領域Lを更新する。(ステップST4)

【0032】分割線分の開始点を提供した形状要素の次の要素から順方向に領域Lの形状要素の列をたぐり、分割線分のL領域に存在する形状要素と分割線分で形成される線分の閉ループを、元の加工領域に対してz方向の正の方向の加工領域として抽出する。そして、抽出された加工領域の形状要素は始終点で連続となり、かつ順方向の方向になるように並べかえる。このとき、分割線分によって形成される要素には素材形状の加工属性を付加する。また、元の加工領域Lに対しても形状要素を始終点で連続となり、かつ順方向の方向になるように並べかえる。このとき、分割線分によって形成される要素には部品形状の加工属性を付加する。(ステップST5)

【0033】以上で元の加工領域Lに対してz軸の正側の垂直に分割される領域Lr1が1つ抽出される。この加工領域を構成する形状要素の集合をLr1として形状データメモリ2に格納する。またLをLからLr1を除いた形状要素の集合に更新して形状データメモリ2に格納する。(ステップST6)

形状要素線分方向ベクトルが図21で定義された第3の方向でない場合には、その形状要素からは分割線分を生成せず、順方向に形状要素の列をたぐり次の形状要素に検証の対象を移す。(ステップST7)

この処理を領域Lの全構成要素に対して順方向に形状要

素の列をたぐりながら、領域Lを構成する要素のうち素材形状要素に到達するまで続ける。(ステップST8)この時点で、元の加工領域Lに対してz軸の正側に垂直に分割される領域の抽出を終了する。この例の場合には、領域Lは図26に示すように更新され、領域Lと垂直に分割された加工領域Lr1に分割される。

【0034】次に、垂直に分割する領域がすべて抽出された後に、領域Lを水平方向に分割する方法について説明する。図27は基本的なフローチャートを示した図である。まず、領域Lを構成する要素の始点のx座標値が、領域Lを構成する要素の始点の中で2番目に大きい値である点を抽出する。(ステップST1)

ステップST1で抽出した点から領域Lのみを通り、他の形状要素の交点までz軸に水平に分割線分を生成する。そして、この分割線分で領域Lを分割する。(ステップST2)

【0035】次に、分割線分よりx座標値が大きい側の領域に存在する形状要素と分割線分で形成される線分の閉ループを加工領域として抽出する。(ステップST3)

分割線分よりx座標値が大きい側に抽出された加工領域の形状要素を始終点で連続となるように並べ替え、抽出された加工領域に含まれる分割線分には部品形状の加工属性を付加し、分割線分よりx座標値が小さい側の加工領域の分割線分には素材形状の加工属性を付加する。以上で水平に分割される領域が1つ抽出され、この加工領域を構成する形状要素の集合をLh1として形状データメモリ2に格納する。また、LをLからLh1を除いた形状要素の集合に更新して形状データメモリ2に格納する。(ステップST4)

これらの処理を領域Lの全構成要素に対して集合Lが空集合になるまで続ける。(ステップST5)この時点で、元の加工領域を水平方向に分割する領域の抽出を終了する。この例の場合には、図24に示すように分割される。以上で更新されてきた領域Lの加工領域要素への分割を終了する。

【0036】本実施の形態では、図19に示したような外径加工部位の加工属性が付加された領域を例にして、加工領域を、加工部位に基づき定義された線分の向きに対して垂直方向に分割し、その後、加工領域を水平方向に分割する方式を説明したが、内径加工部位、端面加工部位、逆端面加工部位の付加された加工領域に関しても、分割線分を生成させるための基準となる方向ベクトルの方向及び図22で定義される方向に分割線分の生成方向を変え、上記の外径加工部位の領域分割と同様の処理を行うことにより加工領域要素に分割することができ

【0037】本実施の形態は、素材形状と部品形状をシステムに入力すれば、素材形状と部品形状に囲まれる加工領域を自動的に抽出し、回転主軸に対して垂直方向に加工する領域と水平方向に加工される領域が混在する加

10

20

30

40

50

工領域を、その加工領域に割り当てられた加工属性を基に領域の分割方向を決定し、適切な加工方法、加工方向を割り当てられる領域に適切にかつ自動的に分割し、分割された加工領域に対して加工方法、加工方向等の加工属性を自動的に設定することができるため、人手により加工属性を入力する必要や加工領域を分割する必要が無く加工プログラムを作成することができるため、加工プログラムの作成時間を短縮し、人的ミスを削減する効果がある。

【0038】実施の形態3. 図29は本実施の形態の加工領域を示した図である。本実施の形態では、実施の形態2において分割された領域をさらに加工方法、加工属性等から決められる方向に分割していく。そして、分割された領域の各々がこれ以上分割されることのない領域まで分割されるまで、回転主軸に対して水平方向に加工する領域と垂直方向に加工する領域に分割することを繰り返していく。

【0039】実施の形態2において垂直に分割された加工領域に対して、上記と同様な処理を行い加工領域を分割する方法を説明する。まず、図28に示したように、実施の形態2の垂直に分割された加工領域L11、Lr1を構成する形状要素の加工属性を決定し、その後、実施の形態2のステップST5で説明したのと同様にして領域を分割していく。さらに、分割された領域に対しても加工属性を適切に変更して加工領域ごとの垂直分割線の生成方向を決定し、領域を分割していく。

【0040】実施の形態2の垂直に分割された加工領域L11、Lr1は、実施の形態2で述べた前提1)、前提2)、前提3)をすべて満たすので、加工領域をz軸に対して垂直方向・水平方向の加工領域に分割する前述の方法を用いることができる。この場合、分割線分はz軸に垂直もしくは水平に生成されていることと、分割されて元の加工領域から切り出された加工領域を構成する形状要素は分割線分のL領域、R領域のいずれか1方にしか存在せず、分割線分を含む直線をまたいで存在することはないことに注目すれば、分割された加工領域L11、Lr1は図22に示したいずれかの加工属性に分類することができる。

【0041】この加工属性を分類し加工部位を決定する方法を説明する。まず、生成された分割線分がz軸に対して垂直か水平かを検証する。その後、その分割線分によって分割された領域が元の加工領域に対してz方向の正、負いずれの方向にあるか、また、x方向の正、負いずれの方向に存在しているのかを検証すれば唯一のパターンを得ることができる。分割線分がz軸に対して垂直に生成され、分割された領域が分割線分に対してz方向の負の側の領域に分割されている場合には端面加工部位、分割線分がz軸に対して垂直に生成され、分割された領域が分割線分に対してz方向の正の側の領域に分割されている場合には逆端面加工部位、また、分割線分が

z軸に対して水平に生成され、分割された領域が分割線分に対してx方向の正の側の領域に分割されている場合には内径加工部位、分割線分がz軸に対して水平に生成され、分割された領域が分割線分に対してx方向の負の側の領域に分割されている場合には外径加工部位と定める事ができる。

【0042】図28に示したように分割された領域L11、Lr1の場合には、領域L11に関して上記の加工部位決定方法を適用すると、図28に示すように領域L11を分割した分割線分1bは、z軸に対して垂直に生成され、分割された領域がこの分割線分1bに対してz方向の負の側の領域であるので、この領域L11の加工属性は端面加工部位の属性と決定される。よって、領域L11の垂直分割線分の生成方向をz方向の負の方向とする。また、領域Lr1に関して上記の加工部位決定方法を適用すると、図28に示すように領域Lr1を分割した分割線分1cは、z軸に対して垂直に生成され、分割された領域がこの分割線分1cに対してz方向の正の側の領域であるので、この領域Lr1の加工属性は逆端面加工部位の属性と決定される。よって、領域Lr1の垂直分割線分の生成方向をz方向の正の方向とする。このようにして、分割された領域に対して加工属性を決定し、分割線分の生成させる方向を得ることができる。図29は元の加工領域Lの加工領域要素への全ての分割が終了した加工領域を示した図である。図29に示すように、領域L1u2は元の加工領域Lから垂直方向に分割された領域L11から、さらに内径加工部位としての分割領域として分割された加工領域要素である。

【0043】本実施の形態では、分割された各々の領域に対して分割の方向を適宜変更して分割を繰り返すことにより、幾重にもくぼんだ形状に対して再帰的に分割処理を行え、複雑な部品形状を加工するためにNC工作機械で加工するのに適した加工領域の分割を行え、非熟練者が加工プログラムを作成することができる効果がある。

【0044】

【発明の効果】この発明は以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。本発明の旋削NCデータの加工領域及び加工方法決定システムは、素材形状と部品形状をシステムに入力すれば、素材形状と部品形状に囲まれる加工領域を自動的に抽出し、回転主軸に対して垂直方向に加工する領域と水平方向に加工される領域が混在する加工領域を適切な加工方法、加工方向を割り当てられる領域に適切にかつ自動的に分割し、分割された加工領域に対して加工方法、加工方向等の加工属性を自動的に設定することができるので、人手により加工属性を入力する必要や加工領域を分割する必要も無く加工プログラムを作成することができるため、加工プログラムの作成時間を短縮し、人的ミスを削減することができる。

【0045】また、分割された各々の領域に対しても分割の方向を適宜変更して分割を繰り返すことにより、垂直方向に加工される領域と水平方向に加工される領域が混在するような加工領域に対して領域分割するので、複雑な部品形状を加工するためにNC工作機械で加工するのに適した加工領域の分割を行え、非熟練者が加工プログラムを作成することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1の加工領域を示した図。

【図2】 本発明の実施の形態1の旋削NCデータの加工領域と加工方法の決定システムを示したブロック図。

【図3】 本発明の実施の形態1の旋削NCデータの加工領域と加工方法の決定システムの基本動作を示すフローチャート。

【図4】 本発明の実施の形態1の形状データを示した図。

【図5】 本発明の実施の形態1の加工不可能領域を示した図。

【図6】 本発明の実施の形態1の形状データを示した図。

【図7】 本発明の実施の形態1の形状データを示した図。

【図8】 本発明の実施の形態1の加工領域を示した図。

【図9】 本発明の実施の形態1の加工領域を示した図。

【図10】 本発明の実施の形態1の加工領域を示した図。

【図11】 本発明の実施の形態1の加工領域を示した図。

【図12】 本発明の実施の形態1の加工領域を示した図。

【図13】 本発明の実施の形態1の加工領域を示した図。

【図14】 本発明の実施の形態1の加工領域を示した図。

【図15】 本発明の実施の形態1の加工領域を示した

図。

【図16】 本発明の実施の形態1の加工領域を示した図。

【図17】 本発明の実施の形態1の加工領域を示した図。

【図18】 本発明の実施の形態2の旋削NCデータの加工領域と加工方法の決定システムの基本動作を示すフローチャート。

【図19】 本発明の実施の形態2の加工領域を示した図。

【図20】 本発明の実施の形態2の領域を定義した図。

【図21】 本発明の実施の形態2の方向を定義した図。

【図22】 本発明の実施の形態2の加工方向を定義した図。

【図23】 本発明の実施の形態2の加工領域を示した図。

【図24】 本発明の実施の形態2の加工領域を示した図。

【図25】 本発明の実施の形態2の加工領域を示した図。

【図26】 本発明の実施の形態2の加工領域を示した図。

【図27】 本発明の実施の形態2の旋削NCデータの加工領域と加工方法の決定システムの基本動作を示すフローチャート。

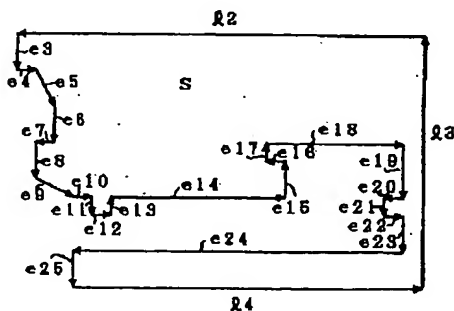
【図28】 本発明の実施の形態2の加工領域を示した図。

【図29】 本発明の実施の形態3の加工領域を示した図。

【符号の説明】

- | | |
|------------|--------------|
| 1 入力部 | 2 形状データメモリ |
| 3 規則データメモリ | 4 工具データメモリ |
| 5 加工領域抽出部 | 6 加工領域分割・統合部 |
| 7 加工属性設定部 | 8 出力部 |

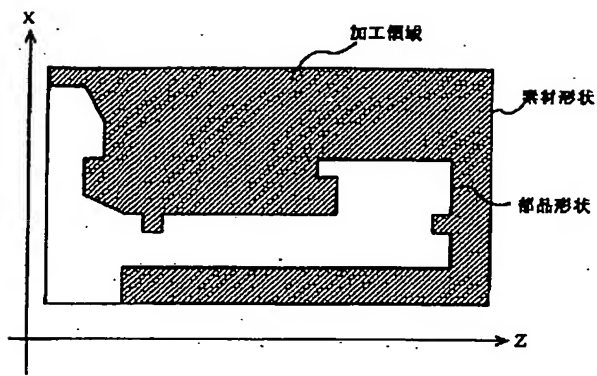
【図8】



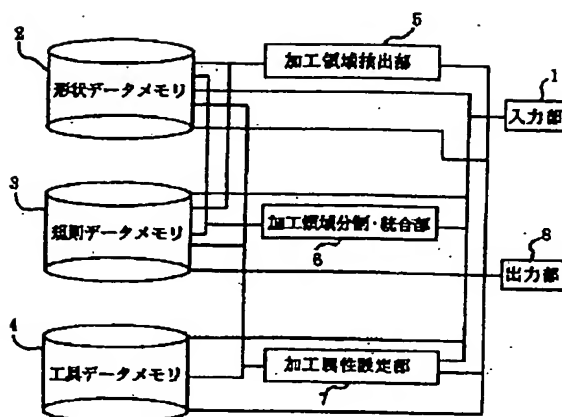
【図20】



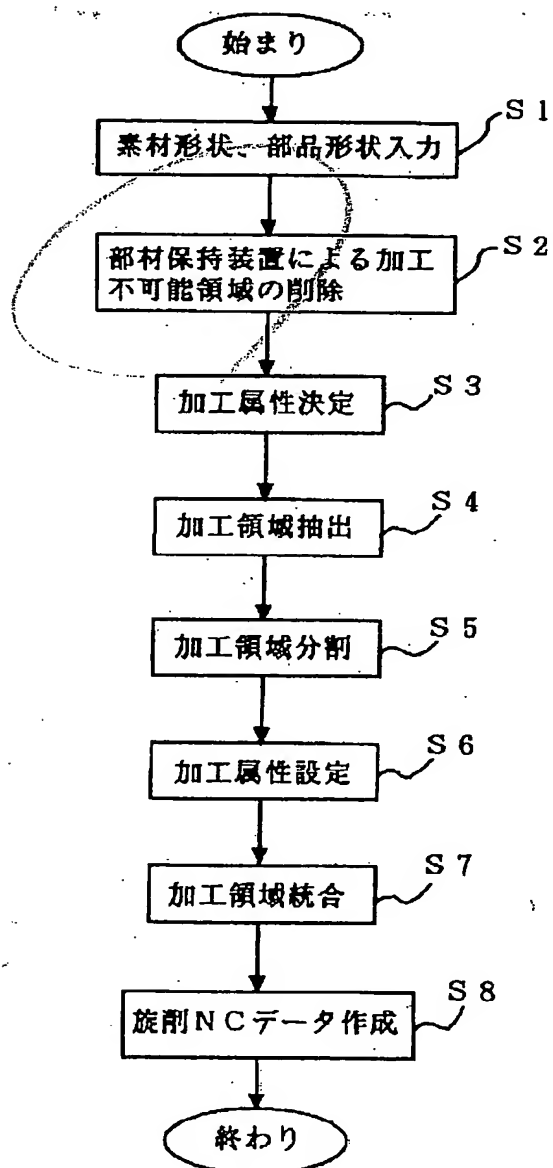
【図 1】



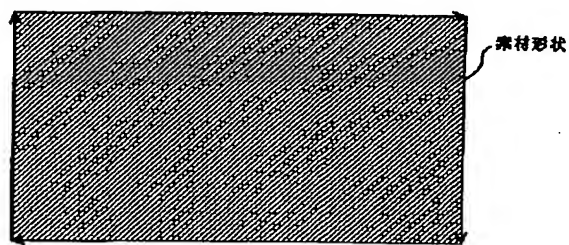
【図 2】



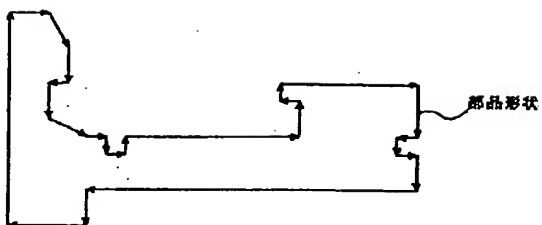
【図 3】



【図 4】

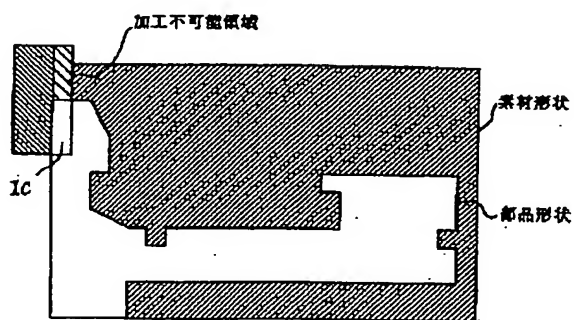


(a)

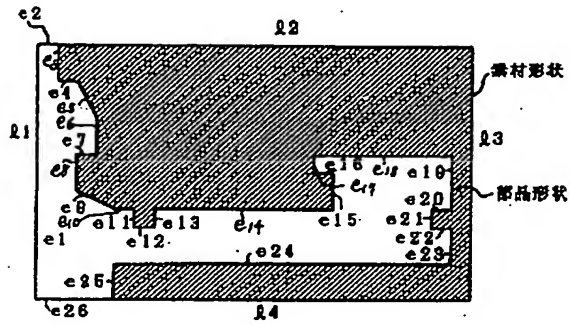


(b)

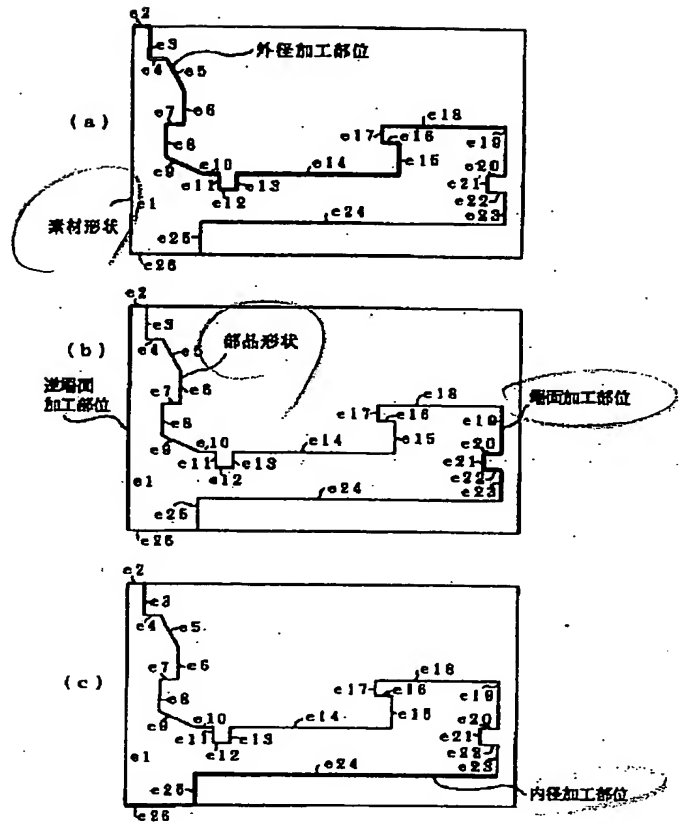
【図 5】



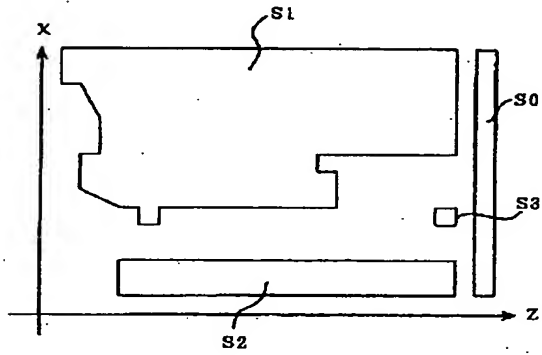
【図 6】



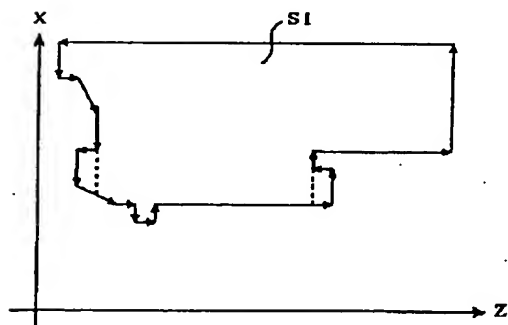
【図 7】



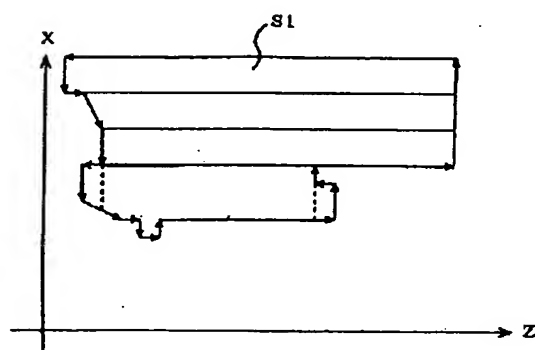
【図 9】



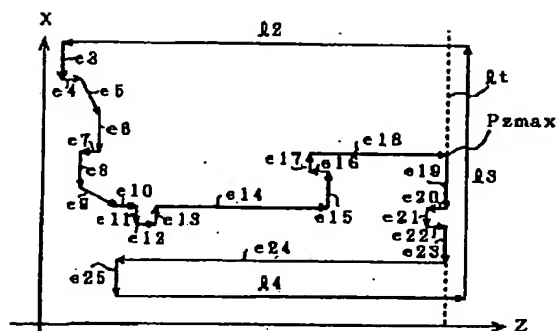
【図 10】



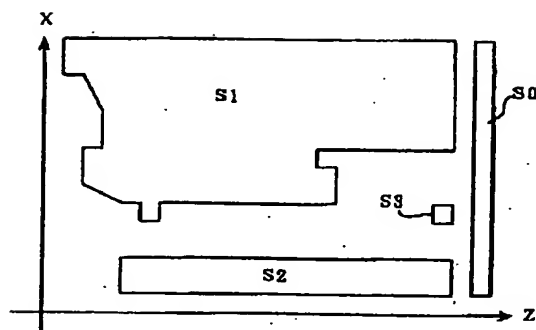
【図 11】



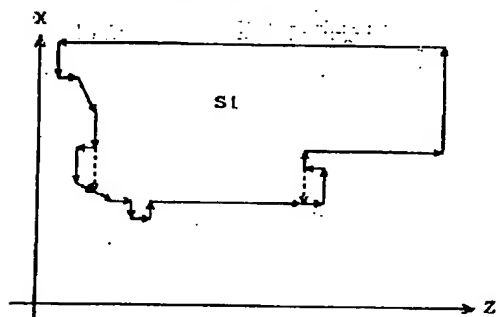
【図12】



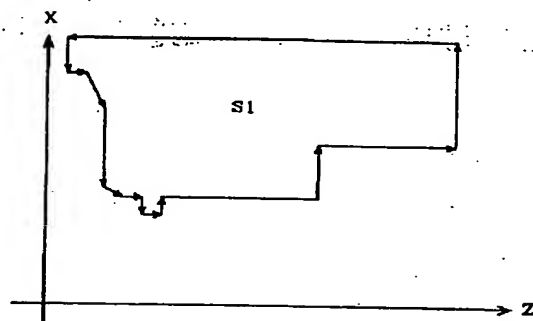
【図13】



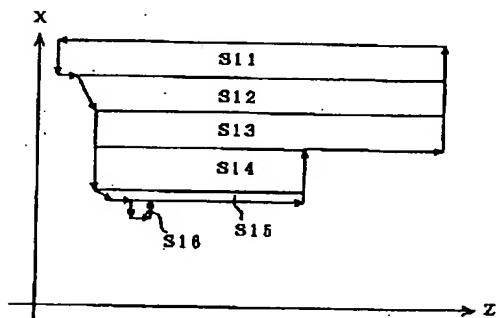
【図14】



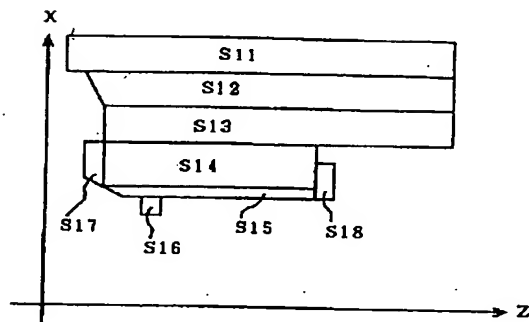
【図15】



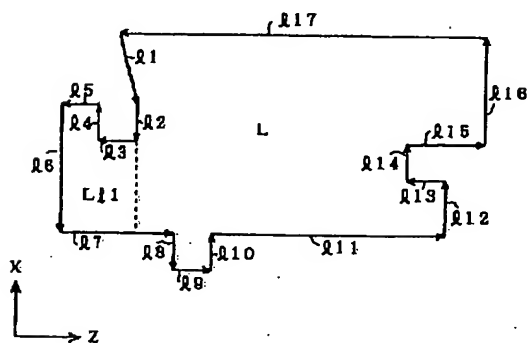
【図16】



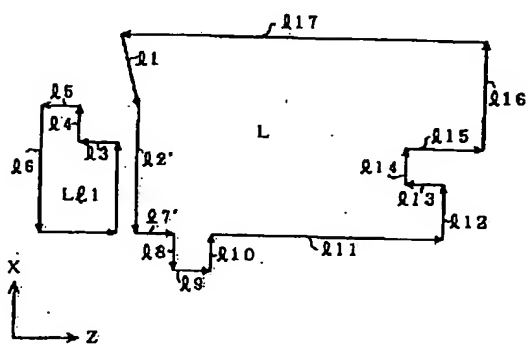
【図17】



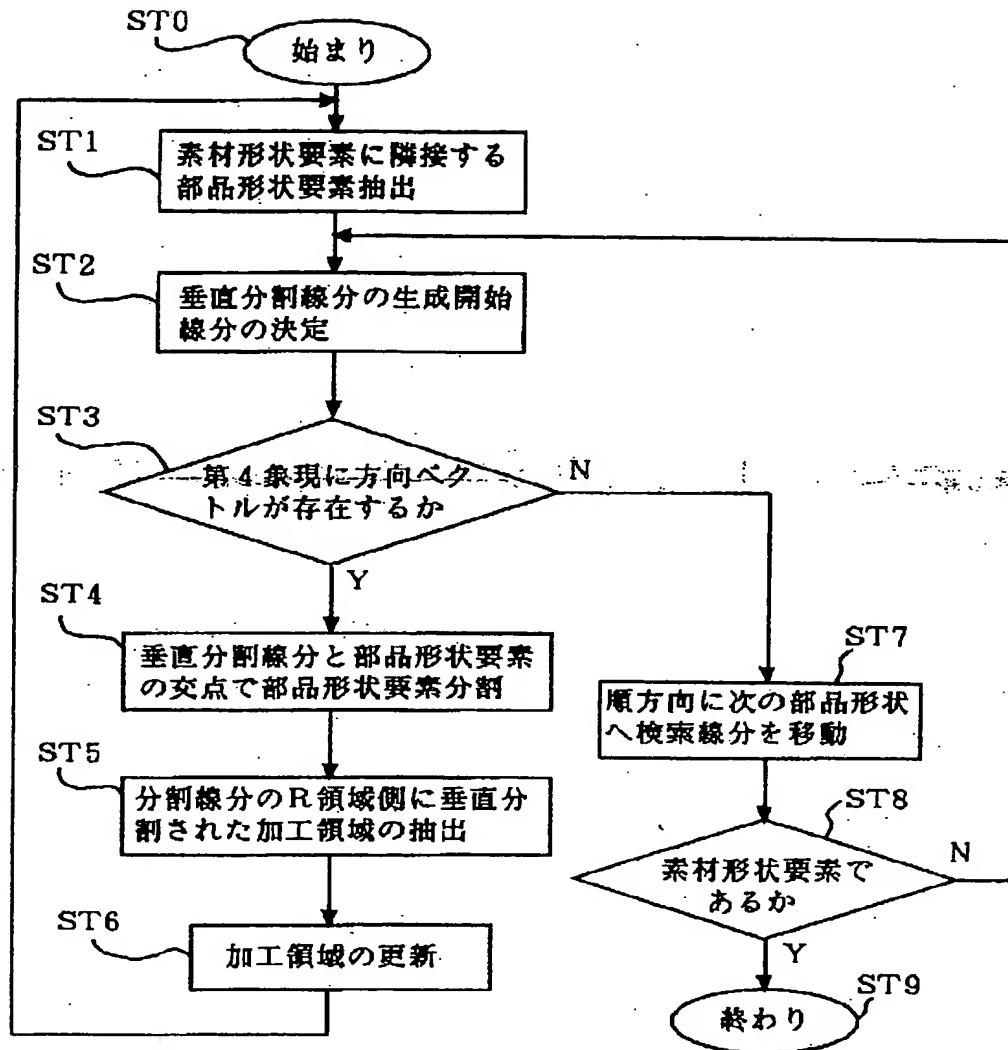
【図23】



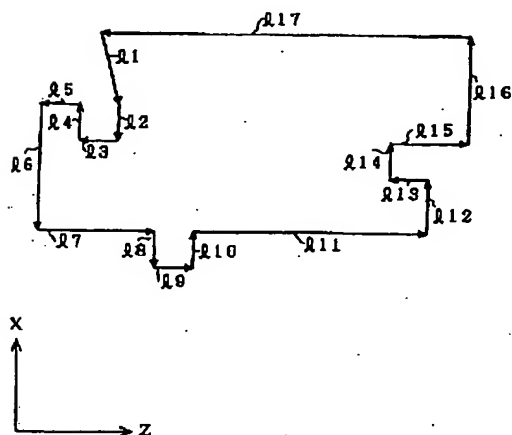
【図24】



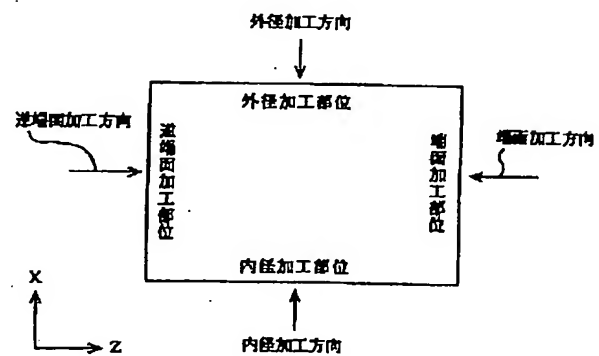
【図 18】.



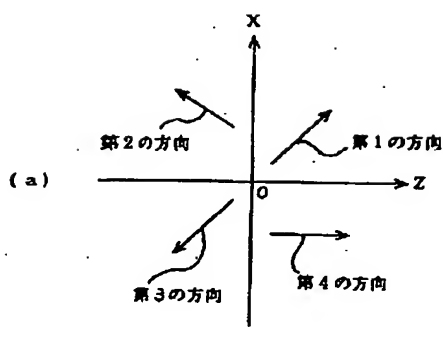
【図 19】



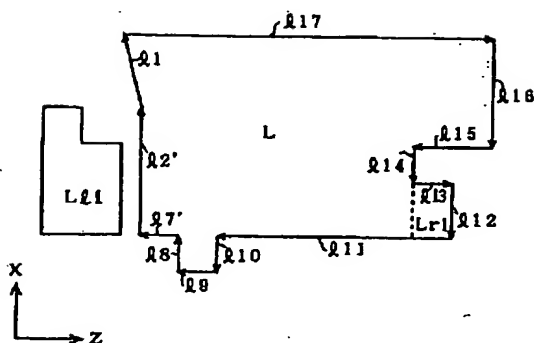
【図 22】



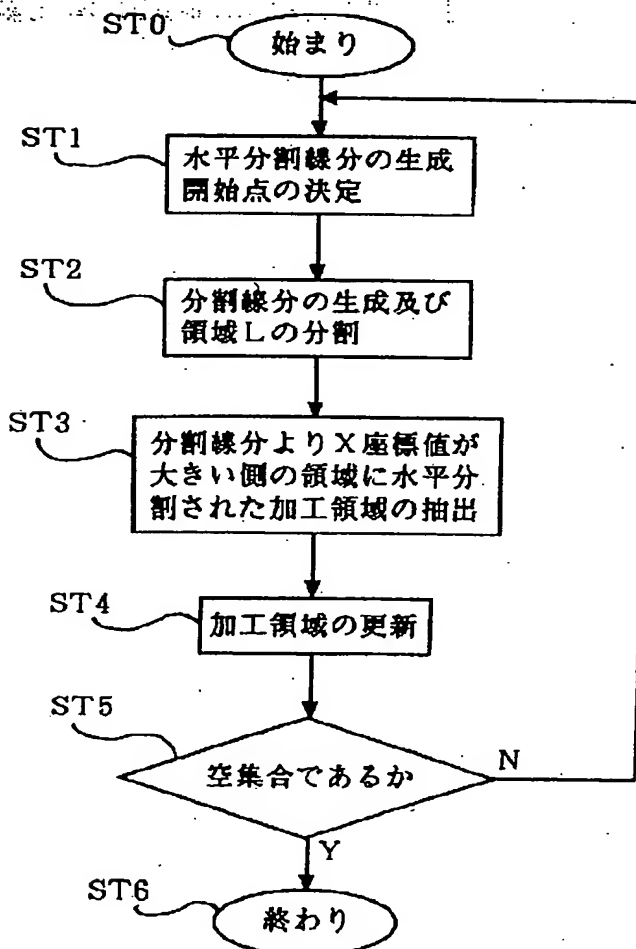
【図 21】



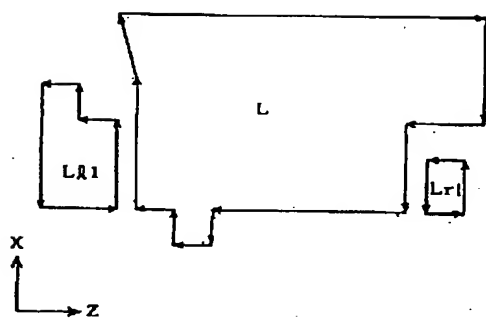
【図 25】



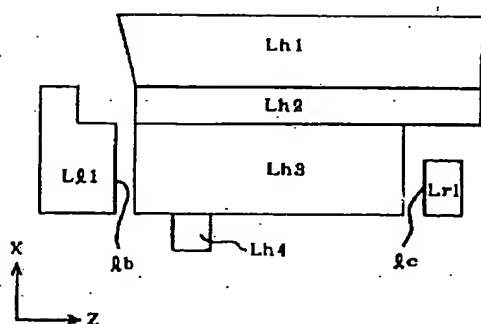
【図 27】



【図 26】



【図 28】



【図 2 9】

